

# BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CÍTRICOS Y MANGO EN EL MUNICIPIO DE VIOTÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

Ivonne Aillen Gómez-Orejuela<sup>1</sup>, Zulma Hasbleidy Vianchá-Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial. Joven investigador, Universidad Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

Correo electrónico: [gomez.ivonne@uniagraria.edu.co](mailto:gomez.ivonne@uniagraria.edu.co)

<sup>2</sup> Ingeniera de Sistemas y Computación. Docente coordinadora de Extensión de Ingeniería Industrial, con Especialidad en Manufactura Esbelta. Magíster en Diseño y Gestión de Procesos con énfasis en Logística, Universidad Agraria de Colombia. Bogotá, Colombia.

---

Fecha de recibido: 15 de diciembre del 2016    Fecha de aprobado: 15 de marzo del 2017

**Cómo citar este artículo:** I. A. Gómez-Orejuela: Z.H. Vianchá-Sánchez, "Buenas prácticas agrícolas como alternativa de producción limpia en el proceso productivo de cítricos y mango en el municipio de Viotá (Cundinamarca, Colombia)", *Ingeniería Solidaria*, vol. 13, n.º 22, pp. 137-151, mayo de 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v13i22.1840>

---

**Resumen.** *Introducción:* este artículo es resultado del proyecto "Caracterización de la cadena de suministro y distribución de la producción de mango y cítricos en el municipio de Viotá, Cundinamarca", desarrollado en el marco de la convocatoria jóvenes investigadores e innovadores Colciencias, en alianza con el Sena en el 2015, la cual busca fortalecer la vocación en áreas de ciencia, tecnología e innovación en jóvenes estudiantes de media técnica, técnicos, tecnólogos y universitarios, a través de la generación de espacios de aprendizaje. El proyecto fue desarrollado por estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. *Metodología:* la investigación se desarrolló en dos etapas, en la primera se realizó una caracterización de la cadena productiva de cítricos y mango mediante recolección de información primaria, identificando materias primas e insumos utilizados, así como desechos generados por cada actividad; en la segunda se realizó un diagnóstico ambiental de acuerdo con las actividades críticas del proceso de producción. *Resultados:* se identificaron aspectos relacionados con las prácticas productivas en el sistema de producción de cítricos y mango de una asociación de Viotá, con enfoque de producción más limpia (PML). *Conclusiones:* la investigación permitió evidenciar que los mayores problemas ambientales están asociados a las inadecuadas prácticas en el uso de agroquímicos en las etapas de fertilización, control de plagas y enfermedades, así como a la inadecuada disposición de residuos inertes.

**Palabras clave:** cadena productiva, desechos, impactos ambientales, producción limpia, sustancias agroquímicas, Viotá.



## GOOD AGRICULTURAL PRACTICES AS A CLEAN PRODUCTION ALTERNATIVE IN THE CITRUS AND MANGO PRODUCTION PROCESS IN THE MUNICIPALITY OF VIOTÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

**Abstract.** *Introduction:* This article is the result of the project “Characterization of the supply and distribution chain of mango and citrus production in the municipality of Viotá”, *Cundinamarca*, conducted in the framework of the Colciencias call for young researchers and innovators, in partnership with SENA 2015. Such call seeks to strengthen the vocation for science, technology and innovation in young students of technical high school, technicians, technologists and university students, by creating learning opportunities. The project was carried out by students of the Industrial Engineering program at the Fundación Universitaria Agraria de Colombia. *Method:* The research was undertaken in two stages; in the first one, the citrus and mango production chain was characterized by collecting primary information, identifying raw materials and inputs used, as well as waste generated by each operation; in the second, an environmental diagnosis was made according to the critical activities of the production process. *Results:* Aspects related to production practices were identified in the citrus and mango production system of a Viotá association, with a cleaner production approach (CP). *Conclusions:* The research showed that the greatest environmental problems are associated with inadequate practices in the use of agrochemicals in the stages of fertilization, pest and disease control, as well as the inadequate disposal of inert waste.

**Keywords:** productive chain, waste, environmental impacts, clean production, agrochemicals, Viotá.

## BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS COMO ALTERNATIVA DE PRODUÇÃO LIMPA NO PROCESSO PRODUTIVO DE CITROS E MANGA NO MUNICÍPIO DE VIOTÁ (CUNDINAMARCA, COLÔMBIA)

**Resumo.** *Introdução:* este artigo é resultado do projeto “Caracterização da cadeia de abastecimento e distribuição da produção de manga e citros no município de Viotá, Cundinamarca”, desenvolvido para o edital Jovens Pesquisadores e Inovadores Colciencias, em parceria com o Sena 2015, a qual procura fortalecer a vocação em áreas de ciência, tecnologia e inovação em jovens estudantes de cursos técnicos e universitários, por meio da geração de espaços de aprendizagem. O projeto foi desenvolvido por estudantes do programa de Engenharia Industrial da Fundación Universitaria Agraria de Colombia. *Metodologia:* a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas; na primeira, foi realizada uma caracterização da cadeia produtiva de citros e de manga mediante coleta de informação primária, identificando matérias-primas e insumos utilizados, bem como resíduos gerados por cada atividade; na segunda, foi realizado um diagnóstico ambiental de acordo com as atividades críticas do processo de produção. *Resultados:* identificaram-se aspectos relacionados com as práticas produtivas no sistema de produção de citros e de manga de uma associação de Viotá, com abordagem de produção mais limpa (PML). *Conclusões:* a pesquisa permitiu evidenciar que os maiores problemas ambientais estão associados às inadequadas práticas no uso de agroquímicos nas etapas de fertilização, controle de pragas e doenças, bem como à inadequada disposição de resíduos inertes.

**Palavras-chave:** cadeia produtiva, impactos ambientais, produção limpa, resíduos, substâncias agroquímicas, Viotá.

## 1. Introducción

La agricultura es uno de los agentes que mayor contaminación genera en el aire y el agua del subsuelo, la eutrofización de los sistemas acuáticos; las emanaciones de gas invernadero son la fuente más importante de amonio, causa principal de la lluvia ácida. [1]. Además, la agricultura ha contribuido a la degradación del suelo de diversas maneras. Esto incluye la pérdida de fertilidad, la salinización, contaminación por agroquímicos, erosión debido a la eliminación de la cobertura vegetal por el sobrepastoreo o el movimiento constante del suelo. Estos tipos de degradación causan que la capacidad productiva del suelo disminuya, así como el rendimiento agrícola [2]. Bajo estas condiciones, el productor requiere emplear cada vez más fertilizantes para mantener los mismos rendimientos. El alto consumo de fertilizantes, particularmente nitrogenados, en el ámbito mundial, se debe a que el nitrógeno, junto con el fósforo y el potasio, son elementos claves para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. A nivel industrial, la obtención de los abonos nitrogenados implica la síntesis de amoníaco, la cual se logra mediante la reacción directa entre el nitrógeno y el hidrógeno presentes en la atmósfera. La producción mundial de amoníaco en el 2011 fue de 153 307 millones de toneladas. Dentro de las regiones que consumieron más amoníaco o usaron más fertilizantes en el 2010, se destacaron Asia Oriental y América del Norte, con un 37,4 y un 12,9 % del total mundial, respectivamente. Esta tendencia puede estar influenciada en buena parte por la necesidad de reponer los nutrientes extraídos, especialmente por cultivos especializados. Los principales fertilizantes nitrogenados sólidos que se derivan del amoníaco son la urea, el sulfato de amonio y el nitrato de amonio. La urea es el de mayor utilización, dada su alta concentración de nitrógeno (46 %), y su bajo costo [3].

En los procesos de control de plagas y enfermedades, se usan plaguicidas que alteran indirectamente la estructura del suelo, lo que se evidencia en afectaciones del equilibrio de la edafofauna; es decir, “microorganismos, hongos y pequeños animales encargados de la descomposición y el ciclaje de nutrientes” [4]. Los plaguicidas, herbicidas y fungicidas tienen un efecto directo en la biodiversidad, tanto de vertebrados, como de invertebrados, aspectos que contribuyen a incrementar la tasa de erosión del suelo [4]. El uso de plaguicidas (insecticidas, fungicidas,

bactericidas y herbicidas) se ha incrementado en todo el mundo; en el 2013, Brasil fue el mayor consumidor con 354 391 t, seguido de México, Colombia se encuentra en el quinto lugar [5].

La producción hortofrutícola se ha caracterizado por la alta incidencia de plagas, la degradación del medio ambiente y el mal manejo de los suelos, lo cual con el tiempo ha influido negativamente en la calidad de la producción. En muchos casos el agua disponible para el riego de los cultivos se ha visto expuesta esporádicamente a contaminación por diferentes fuentes, tales como alcantarillas o arrastre superficial de residuos, de manera que contaminan los cultivos, en algunos casos con metales pesados y organismos patógenos, lo que afecta su inocuidad [6]. En Colombia, la condición fitosanitaria de las zonas productoras es particular para cada tipo de fruta, la cual es afectada por una o más especies de moscas, principalmente relacionadas al género *Anastrepha* spp y *Ceratitis capitata*, así como otras plagas de importancia económica para la producción. La actividad frutícola, debido al cambio climático y los nuevos requisitos de mercado, se enfrenta a temáticas como la huella de carbono, la huella de agua, el comercio justo, los productos orgánicos y la responsabilidad social de la empresa, entre otros [7].

Por ello, la producción limpia se considera una estrategia para ser más competitivos, ya que permite el acceso a nuevos mercados en los que además de la calidad, el bajo impacto ambiental es un requerimiento de los clientes. Estos mercados son conocidos como “mercados verdes”, y buscan comercializar productos obtenidos a partir de prácticas agrícolas y pecuarias amigables con el medio ambiente, al eliminar o disminuir el uso de insumos químicos [8].

El mercado verde aparece como una alternativa al mercado convencional, saturado de productos con ingredientes contaminantes que, cada vez más, son de menor preferencia por los consumidores. El mercado verde incluye productos naturales maderables, agricultura ecológica, abonos orgánicos, bioinsumos, biotecnología, productos manufacturados con menos contaminantes, tecnologías limpias, aprovechamientos de residuos y reciclaje, energías limpias y servicios ambientales tales como ecoturismo, educación ambiental y consultoría ambiental [9]. El consumidor verde tiene una preferencia por productos con características ambientales, amigables con la naturaleza y de menor consumo de energía [10].

Dentro del mercado verde internacional, las ventas mundiales de alimentos orgánicos alcanzaron los

80 000 millones de dólares en el 2014, siendo Estados Unidos y Europa quienes generan más ventas por estos productos. Los dos comprenden aproximadamente el 90 % de los cultivos orgánicos cultivados en otras regiones; especialmente Asia, América Latina y África, están destinados a las exportaciones. En el 2014, los países con mayor mercado orgánico fueron Estados Unidos (con 27 100 millones de euros), Alemania (con 9000 millones de euros) y Francia (con 4800 millones de euros). Las frutas más comercializadas son las bananas, los aguacates y el mango [11].

En América Latina, cerca de 400 000 fincas gestionaron 6,8 millones de hectáreas de agricultura orgánica en el 2014. Esto representó un 15 % de la tierra orgánica del mundo, y un 1,1 % de las tierras dedicada a la agricultura. Los principales países fueron Argentina (con 3 millones de hectáreas), Uruguay (con 1,3 millones de hectáreas), y Brasil con (0,7 millones de hectáreas). Los productos orgánicos más exportados son los bananos, el cacao y el café. El área total de producción de frutas orgánicas tropicales es de 233 000 hectáreas, lo cual corresponde al 1 % de la superficie total cultivada en el mundo (23,6 millones de hectáreas) [11].

En Colombia, la producción ecológica surge a finales de la década de los noventa, debido al aumento de la oferta, específicamente de las exportaciones de productos primarios que ha ido evolucionando rápidamente con un incremento anual de un 20 %, aproximadamente. La producción ecológica en Colombia se caracteriza por estar concentrada regionalmente, y porque en ella participan diversas fincas, con explotaciones medianas y pequeñas [12].

Además, en los tratados de libre comercio de Colombia se ha incorporado el tema ambiental como parte de los acuerdos con Estados Unidos y la Unión Europea, en los cuales no solo se incluyen nuevas obligaciones en materia de cumplimiento, información y participación, sino la posibilidad de asociar medidas comerciales con incumplimientos ambientales. En estos pactos se incluyen productos asociados con la gestión de ecosistemas como humedales, el cuidado de la biodiversidad y el tráfico de fauna y flora, los cuales disminuyan el impacto a la capa de ozono. Esto mediante actividades tales como evitar el uso de sustancias químicas, el movimiento de residuos peligrosos y la preferencia por el uso de compuestos orgánicos persistentes [13]. Estos requerimientos llevan a los países a preocuparse por modificar sus prácticas de producción, hacia una "producción limpia", la cual se enfoca en usar

estrategias que ayuden a la reducción o eliminación del uso de sustancias peligrosas en los procesos productivos, a través del rediseño de productos o procesos que afecten directa o indirectamente al medio ambiente [14], a los trabajadores y a los consumidores. Entre las estrategias se encuentran cambiar las materias primas de un producto, utilizar materias primas no tóxicas o menos tóxicas, la modernización o sustitución de equipos, una mejor limpieza y reciclaje. [15]

Dentro de los métodos de producción limpia, se reconoce la producción orgánica o ecológica y la producción con buenas prácticas agrícolas (BPA). En estos métodos la producción ecológica se caracteriza por disminuir el impacto ambiental mediante la no utilización indiscriminada de químicos. La producción con BPA aplica procedimientos especiales que disminuyen el uso de químicos, conservando la naturaleza y prestando mayor atención al bienestar de los trabajadores [16]. Aunque la adopción de las BPA es voluntaria, la dinámica del mercado obliga a su implementación; esto se ve reflejado en la posibilidad de lograr la confianza por parte de los clientes, mejorar la eficiencia productiva, ahorro de insumos y acceso a mercados exigentes y especializados [17].

En el periodo 1997-2009, Colombia ha aplicado políticas de producción más limpia, entre las que se destacan la generación de proyectos demostrativos por us 4,2 millones, la creación del Centro Nacional de Producción Más Limpia, cinco nodos regionales y ventanillas ambientales, la suscripción de 67 convenios de producción más limpia, la aplicación de incentivos tributarios por us 99 millones (2002-junio 2009), y una inversión ambiental de us 393 millones [18].

Por lo anterior, es relevante prestar atención al análisis de insumos, desechos y prácticas en los cultivos, con el fin de determinar la posibilidad de generar productos agrícolas que respondan a los requerimientos del mercado de manera sostenible, aspecto que puede ser significativo para los productores agrícolas, en cuanto a la identificación de mejores prácticas; para los investigadores, pues podrán identificar las brechas de conocimiento con relación al manejo del cultivo; y para los tomadores de decisiones, al lograr establecer los atributos a desarrollar a fin de lograr cultivos más sostenibles.

En este sentido, este artículo pretende presentar los aspectos relacionados con las prácticas productivas en el sistema de producción de

cítricos y mango en la Asociación de Productores Agropecuarios de Viotá (Asoagrovío) con enfoque de producción más limpia (PML).

## 2. Metodología

### 2.1 Descripción de la zona de estudio

Viotá está ubicado en el departamento de Cundinamarca (Colombia), a 86 km de Bogotá (figura 1). El municipio tiene 20 567 hectáreas rurales aproximadamente, de las cuales 14 560 ha corresponden a minifundios menores de 5 ha, y 16 107 ha a explotaciones mayores. El 67,8 % del sector rural se dedica con exclusividad a las labores agrícolas. El mango es un cultivo presente en la zona, con cerca de 900 ha. Los cítricos tienen una participación de alrededor de 487 ha [19]. La investigación se realizó en las veredas La Florida, Lagunas, Brasil y Ceilán (figura 2).

#### 2.1.1 Descripción de la población

La investigación se desarrolló en fincas productoras de mango y cítricos de una asociación de Viotá, la cual está conformada por 17 familias productoras, de las cuales 16 se dedican a la producción de cítricos y mango. Las áreas aproximadas de las fincas donde se cultivan estos productos son de 1 a 17 fanegadas (6440-109 480 m<sup>2</sup>), con una producción anual total estimada de 180 880 kg en cítricos, y 156 700 kg en mango. Para este proyecto se empleó el muestreo no probabilístico bola de nieve, ya que al contactar un productor de la asociación<sup>1</sup> se amplió la participación voluntaria de otros productores de las mismas características pertenecientes a esta misma asociación [22]. A través de este método se caracterizaron 16 fincas productoras, mediante visitas y con la aplicación de encuestas, a fin de poder cumplir con el objetivo de la investigación.

#### 2.1.2 Descripción de metodología

La investigación se desarrolló en tres etapas. En la primera, se realizó un diagnóstico del proceso de producción de cítricos y mango de la asociación



Figura 1. Localización de Viotá en Colombia

Fuente: adaptado de 21

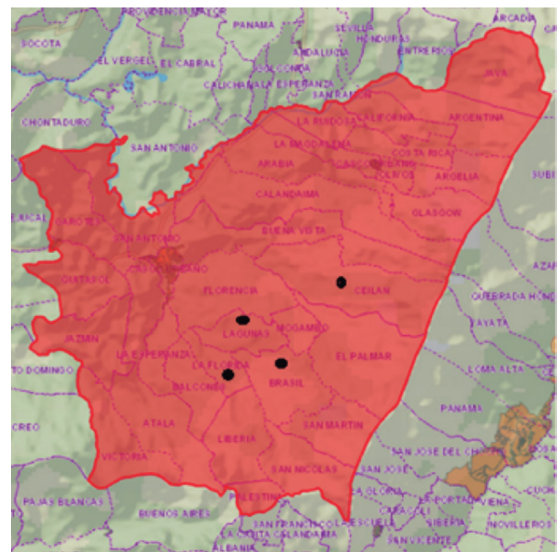


Figura 2. Mapa de veredas de Viotá

Fuente: adaptado de [21]

mediante visitas de campo a las fincas productoras en las veredas la Florida, Lagunas, Brasil y Ceilán, en Viotá, lo cual permitió realizar la caracterización de las actividades principales para la producción de estas frutas. Esta información fue integrada en un modelo general representado en un diagrama PEPSU (SIPOC por sus siglas en inglés), identificando los proveedores (P), es decir, quienes proporcionan las entradas; las entradas (E), que son los materiales, los insumos y la información necesarios para

<sup>1</sup> El nombre de la asociación con la que se desarrolló esta investigación no se menciona por políticas de confidencialidad.



el proceso; el proceso (P), que para este caso está directamente relacionado con las prácticas de cultivo, cosecha y poscosecha; las salidas (S), que son los resultados o productos que genera el proceso; y los usuarios o clientes (U), quienes reciben o se benefician con las salidas [23]. Este diagrama permitió responder a las preguntas clásicas de PML, las cuales se relacionan con de dónde y por qué se generan los residuos [24].

En la segunda etapa se realizó una matriz de evaluación que permitió determinar el alcance o el área de influencia del impacto en relación con el entorno. Se determinó la probabilidad o posibilidad de que ocurra el impacto, así como la duración o tiempo que permanecerá el efecto del impacto en el ambiente. Se evaluó la posibilidad de recuperar o reconstruir total o parcialmente el recurso afectado por el impacto, la cantidad o severidad con la que ocurrirá la afectación y/o riesgo sobre el recurso, y la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental [25].

De acuerdo con el diagnóstico ambiental y teniendo en cuenta los riesgos, aspectos e impactos ambientales identificados, se sugieren algunas alternativas de producción más limpia, enfocadas a modificar las prácticas que están causando mayor impacto sobre el ambiente.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Descripción del proceso productivo de cítricos y mango

El proceso de producción de cítricos y mango, básicamente está integrado por las actividades de propagación, siembra o plantación, fertilización, riego, plateo, poda, control de maleza, control de plagas y enfermedades, empaque y comercialización, tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Diagrama SIPOC del proceso de producción de las familias productoras de cítricos y mango de la Asociación Viotá

Diagrama Sipoc- Asociación				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Vivero del pueblo	Semilla en bolsa o planta en bolsa	<b>Seleccionar semillas para vivero o plantas para siembra</b>	Envases vacíos	
Acueducto	Agua- plástico negro		Residuos orgánicos	
	Fertilizante químico		Planta	
	Residuos orgánicos			
Almacenes de insumos del pueblo	Orificio en el suelo con cal	<b>Preparar el suelo</b>	Residuos inorgánicos	
		Suelo labrado		
Almacenes de insumos del pueblo	Fertilizante químico	<b>Sembrar las plantas</b>	Residuos inorgánicos	
	Residuos orgánicos		Residuos orgánicos	
	Piedra fosfórica/ micorrizas		Planta sembrada	
Almacenes de insumos del pueblo	Residuos orgánicos	<b>Fertilizar las plantas</b>	Planta fertilizada	
	Fertilizante químico		Residuos inorgánicos	
Acueducto	Agua lluvia en todas / agua de acueducto (en pocas fincas)/ agua de lago (en pocas)	<b>Regar y platear las plantas</b>	Planta regada y plateada	

Continúa en la pág. 143

Viene de la pág. 142

Diagrama Sipoc- Asociación				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Almacenes de insumos del pueblo	Plaguicidas	<b>Realizar control de plagas y enfermedades en la siembra</b>	Planta y frutos libres de enfermedades y plagas	
	Trampas		Residuos inorgánicos tóxicos	
	Herbicidas			
		<b>Seleccionar frutos en buen estado para cosecha</b>	Frutos en mal estado	
			Canastas con frutos en buen estado	
Intermediarios	Canastas de frutos en buen estado	<b>Empacar y comercializar los frutos cosechados</b>	Canastillas de frutas de 20 a 23 Kg	Intermediarios del municipio o de otros municipios y ciudades
	<b>Actividades con mayor usos de químicos</b>			

Fuente: elaboración propia

En el proceso de producción se usan insumos tales como plantas injertadas compradas de viveros y semillas seleccionadas de la finca. Un aspecto de gran importancia para el cultivo es el agua, sin embargo, la mayoría de las fincas (13 de 16) dependen del agua lluvia para el riego. Solo una de las fincas tiene reservorio y dos utilizan el agua del acueducto para este fin. Dos fincas tienen tanques de almacenaje de agua menor a 1000 m<sup>3</sup>. Ninguna finca tiene servicio de alcantarillado.

Otro aspecto importante para el buen manejo del cultivo es el proceso de fertilización y control de plagas y enfermedades. Se identificó que todas las fincas usan como fertilizante residuos orgánicos generados en el proceso de producción; como se observa en la figura 3, la mayoría (11 de 16) usan urea, tres usan abono orgánico proveniente de los animales de la finca (bovinos y porcinos), dos usan fosfato diamónico (DAP), cinco usan NPK 15-15-15, una usa melaza, una usa gallinaza, y cuatro usan NPK 10-30-10. Solo seis fincas usan únicamente residuos orgánicos como fertilizante. Diez fincas no realizan análisis de suelo, y ningún productor tiene un plan de fertilización para sus cultivos. Siete fincas fertilizan el suelo cada seis meses, cinco cada tres y cuatro cada vez que pueden.

En el control de maleza, plagas y enfermedades se usan herbicidas como Matrix, Regio, glifosato y

pasta cicatrizante en dos de las dieciséis fincas, cada seis meses. Para el control de plagas y enfermedades, la mayoría de las fincas (14 de 16) aplican plaguicidas e insecticidas, tales como Lorsban para combatir las hormigas, Ráfaga, cal muerta, Regent, Ata Kill, Faena y azufre para combatir las plagas más comunes (la mosca de la fruta, las hormigas y la enfermedad de los cítricos). En general, las fincas no cuentan con un plan de manejo de plagas. La mayoría de las fincas (12 de 16) cuentan con almacenamiento de agroquímicos, y algunas fincas (3 de 16) cuentan con bombas manuales para la aplicación de plaguicidas y herbicidas.

Con relación al tema de maquinaria y herramientas, se identificó que los productores usan como herramientas el azadón, las holladuras, carretillas y machetes. Solo tres fincas cuentan con sistema de riego básico, y todos los productores cuentan con guadaña y tijeras para el proceso de limpieza del cultivo y podas. Ocho fincas tienen motosierra y cuatro cuentan con serrucho para el control de maleza y poda.

De las dieciséis fincas, tres contratan a una persona para la propagación, preparación del suelo y siembra; cuatro contratan de dos a cuatro personas para la propagación, siembra y mantenimiento del cultivo. Ocho no contratan trabajadores para la propagación, siembra y mantenimiento del cultivo,

debido a que ellos y su familia lo realizan. Un total de 11 de las fincas usan como protección personal sombrero, camisa manga larga, botas y guantes. Mientras que las cinco restantes no usan guantes por el calor. Cinco productores usan tapabocas para las fumigaciones.

De las dieciséis fincas, diez generan desechos no orgánicos tóxicos debido a los agroquímicos usados; de las cuales, cuatro fincas queman estos residuos, tres los entierran y tres los guardan en bolsas plásticas. Respecto a los desechos orgánicos, todas las fincas los reutilizan para fertilizar la tierra.

En el proceso de recolección y empaque todas las fincas tienen canecas o canastillas para recolectar los frutos, y cuentan con ganchos bajadores para el mango. Una de las fincas cuenta con una mula para la cosecha. La mayoría de fincas (14 de 16) no desinfectan sus herramientas de cosecha. Para la recolección, quince fincas se suben a los árboles con el fin de alcanzar los frutos más altos, y las demás usan escalera. Ocho fincas contratan mano de obra adicional para la cosecha, selección y empaque, y las ocho fincas restantes la recolectan junto con su familia, o el cliente por lo general la recolecta. Los frutos en mal estado se usan para fertilizar el suelo. Todas las fincas tienen canastillas de 25 kg que usan en la recolección de los frutos, y estos se venden desde la finca a sus clientes intermediarios.

### 3.2 Diagnóstico de aspectos ambientales críticos identificados

Según los hallazgos encontrados anteriormente, se identificó que el mayor problema ambiental en el proceso de producción de cítricos y mango es el uso de agroquímicos para la fertilización, el control de las malezas, las plagas y las enfermedades. De igual forma, la generación de residuos inertes tóxicos por el uso de estos agroquímicos. Para el diagnóstico ambiental se deben conocer las características, causas e impactos de los agroquímicos más usados en el proceso, de manera que sea posible evaluar los riesgos y alternativas.

#### 3.2.1 Agroquímicos más usados en el proceso de producción

Para la evaluación de los fertilizantes y plaguicidas usados en el proceso se tuvo en cuenta el tipo, el uso, la persistencia en suelo y agua, las dosis necesarias

para su aplicación, los tipos de plagas y cultivos, los posibles peligros, el equipamiento de protección personal y la manipulación del agroquímico.

La manipulación de fertilizantes como la urea puede generar polvo que provoca irritación mecánica de los ojos, la piel, la nariz y la garganta. La aplicación de este fertilizante es generalmente para suelos con un pH menor de 7,5. Si la urea es sometida a calor, se descompone liberando amoníaco. La urea no contaminada no tiene riesgo de explosión. Sin embargo, puede formar mezclas explosivas de detonación con ácidos fuertes [26]. Los fertilizantes de mezcla 15-15-15 y 10-30-10 utilizados en Viotá no son combustibles, pero facilitan la combustión de otras sustancias. No obstante, tienen riesgo de incendio y explosión bajo aislamiento y elevadas temperaturas. Se deben aplicar directamente los gránulos sobre el suelo húmedo, con propagación superficial o incorporación a campo [27]. Estos agroquímicos mejoran la calidad de los productos agrícolas, aumentan la resistencia de los cultivos a la sequía, al frío, a las enfermedades y las plagas. Si bien no están clasificados como sustancia peligrosa, se debe evitar el contacto con ojos, piel y ropa, y evitar la generación excesiva de polvos a fin de impedir su inhalación [28].

En Viotá, los productores aplican estos fertilizantes cada seis meses según dosis recomendada por el fabricante, lo cual podría no tener un mayor impacto ambiental. Sin embargo, los productores no usan el equipo de protección personal para evitar estas irritaciones generadas por el polvo de la urea, y no se tiene en cuenta el análisis de suelo que demuestre el nivel de pH. En los lugares de almacenamiento de agroquímicos en las fincas, se observó que no existe una organización que permita evitar la mezcla o combustión con otros agroquímicos utilizados. En el caso del fertilizante 10-30-10 (véase la tabla 1), no es recomendado para la aportación de nutrientes en los cultivos de cítricos y mango, pues es un producto fabricado para cultivos de papa.

El riesgo ambiental para cualquiera de los dos fertilizantes existe a pesar de que los metales pesados en pequeñas dosis pueden ser benéficos para los organismos vivos, y de hecho son utilizados como micronutrientes, pues en exceso se convierten en elementos nocivos para la salud de los organismos vivos. Emisiones ácidas atmosféricas por abonos nitrogenados que sufren el proceso de



desnitrificación y disminución del PH del suelo, son tóxicas para animales y plantas [29]. El aspecto de mayor relevancia es el manejo de estos fertilizantes; no tener un control en la manipulación y aplicación de los mismos, y no realizar análisis de suelo para el reconocimiento de las necesidades del mismo, puede ser de alto riesgo no solo para el cultivo, sino también para los productores y su familia.

El riesgo ambiental de los insecticidas organofosforados se da al ser estos persistentes, es decir, tardan en degradarse por varios días, generan acumulación de sales solubles de los suelos, pérdida de fertilidad natural, mayor lixiviación de nutrientes más allá de la zona radical de los cultivos, emisión de gases efecto invernadero y contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos [30]. Estos son productos moderadamente peligrosos y altamente tóxicos. Se recomienda no aplicar bajo viento y lluvias sobre 50-60 mm o con equipos de fumigación, no aplicar en horas de calor o sobre follaje humedecido y no aplicar en floración (por ser tóxico para abejas). Se debe llenar el estanque de aplicación con agua hasta la mitad de su capacidad, y agregar la cantidad necesaria con el agitador en funcionamiento [31]. No se recomienda realizar aplicaciones consecutivas, y aplicar la dosis mayor en caso de alta infestación de la plaga [32]. El insecticida Regent (20 sc), es muy tóxico para organismos acuáticos; se debe evitar la contaminación de cualquier fuente o depósito de agua, por acarreo del producto por medio del viento, lavado del equipo de aplicación o eliminación de sobrantes. Para la aplicación hay que verter la dosis recomendada en una cubeta con 6 litros de agua, mezclar bien con una varilla limpia y luego verter esta mezcla en el depósito del equipo de aplicación; por último, completar con agua el volumen total de la mezcla y agitar. Para aplicación aérea es recomendable utilizar volúmenes de 6 a 10 galones de mezcla por hectárea. El equipo de protección es importante para la aplicación de estos insecticidas, los trabajadores deben usar respirador con filtro para plaguicidas, traje impermeable, botas de hule, guantes, gafas y gorra [33].

En Viotá, los productores aplican la mayor dosis o dosis por exceso al ver la infestación de la plaga. Por lo general, esta infestación se observa cada seis meses, sin embargo, los productores no llevan un registro de estos datos que les permita verificar sobre el tipo de plaga y las épocas de aparición.

La principal plaga que ataca los cultivos de mango y cítricos en esta zona es la hormiga. Para su control, utilizan insecticidas como el Lorsban, y para combatir los gusanos y la mosca de la fruta utilizan Regent. En general, los productores no cuentan con un plan de manejo y control de plagas, y quienes hacen uso del insecticida Ráfaga no tienen en cuenta que este insecticida se fabrica para el manejo de plagas de otros cultivos.

Otro aspecto de gran importancia es el almacenamiento. Al ser insecticidas altamente tóxicos, debe controlarse no solo la seguridad de quienes lo manipulan, si no de la familia y los animales presentes en las fincas; además, es necesario evitar la mezcla de estos con otros agroquímicos. Por lo general, las familias productoras no hacen un adecuado uso del equipo de protección personal, lo que significa que pueden presentar enfermedades.

La contaminación ambiental por los agroquímicos está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento, residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales y el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud. Estos restantes se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas bióticos (animales y plantas principalmente), y abiótico (suelo, aire y agua), lo cual amenaza su estabilidad y representa un peligro de salud pública [30].

### 3.2.2 Evaluación de impacto ambiental

Según las características de los agroquímicos usados en el proceso de producción, se realizó un análisis a partir de principios de prevención y/o corrección de los deterioros causados al ambiente. Se presentan los aspectos (elemento de las actividades, productos o servicios que pueden interactuar con el ambiente), e impactos ambientales (cambio en el medio ambiente como resultado de los aspectos ambientales) [34]. Para el análisis de impacto ambiental se realizó una matriz en la que se estudió cada una de las aplicaciones de cada fertilizante y plaguicida, como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2.** Análisis de impacto ambiental de la fertilización del proceso productivo de cítricos y mango

Actividad	Descripción de la actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Efecto
<b>Fertilización</b>	Aplicación de urea, 15-15-15 y 10-30-10	Quema de residuos inertes tóxicos.	Contaminación del suelo, degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y contaminación de aguas subterráneas.	Alto
		Siembra de residuos inertes tóxicos.	Contaminación del suelo y aguas subterráneas, pérdida de biodiversidad. Pérdida de fertilidad del suelo.	Alto
		Aplicación cada tres meses.	Contaminación en el aire.	Bajo
		No análisis de suelo.	Podría existir degradación del suelo y contaminación de agua por uso excesivo y/o degradación del suelo por falta de nutrientes.	Moderado

Fuente: adaptado de [34]

No es frecuente el uso de fertilizantes químicos en el proceso de producción en Viotá, sin embargo, es importante identificar propiedades físicas y de fertilidad química de los suelos a través de análisis periódicos que permitan programar un plan de fertilización, de aplicación de cal, abono orgánico o compost y fertilizantes [35]. Si no se realiza un plan de fertilización adecuado de acuerdo con el análisis de suelos, las plantas sufren desórdenes fisiológicos y nutricionales que afectan su rendimiento. El análisis del suelo permite evaluar la fertilidad natural de los suelos con anticipación a la siembra o durante el crecimiento del cultivo, y proporciona información necesaria para las recomendaciones de abono orgánico, enmiendas y fertilizantes. El mantenimiento de la fertilidad del suelo es un aspecto fundamental para la sostenibilidad de la producción hortofrutícola [36]. El suelo es un recurso escaso que se debe utilizar de una manera responsable. Esto implica dejar de considerar el suelo como un elemento inerte para gestionarlo como un elemento vivo, fundamental en

la sostenibilidad del sistema productivo; su gestión requiere conocimiento de las características pasadas y las que vendrán de acuerdo con las decisiones de manejo.

Se observó que los fertilizantes químicos son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan un desequilibrio del suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.), mientras los abonos orgánicos actúan de forma indirecta y lenta, con la ventaja de que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande. Las principales fuentes de materia orgánica están en las propias fincas; estas pueden ser el estiércol de ganadería, compost de origen vegetal, humus de lombriz, abonos verdes y restos vegetales que puedan enterrarse tras finalizar el cultivo. Cuando se realicen aportes de estiércol de ganado, es importante conocer su procedencia [37]. La producción de abonos orgánicos requiere probablemente la inversión de más tiempo

de los productores y de mayor mano de obra. Sin embargo, la recompensa es posiblemente el aprovechamiento de los residuos de la finca, la ganancia de conocimiento en el manejo de los abonos y los requerimientos del cultivo, así como la disminución de costos en el proceso de fertilización.

**Tabla 3.** Análisis de impacto ambiental del control de plagas en el proceso productivo de cítricos y mango de la asociación

Actividad	Descripción de la actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Efecto
<b>Control de maleza, plagas y enfermedades</b>	Aplicación Lorbasn, Ráfaga y Regent	Quema de residuos inertes tóxicos.	Contaminación del suelo, degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y contaminación de aguas subterráneas.	Alto
		Siembra de residuos inertes tóxicos.	Contaminación del suelo y aguas subterráneas, pérdida de biodiversidad. Pérdida de fertilidad del suelo.	Alto
		Aplicación al ver la plaga (hormiga).	Contaminación de agua, suelo y aire.	Bajo
		No control de plagas.	Posible resistencia de plagas, contaminación de suelo, aguas subterráneas y superficiales.	Bajo

Fuente: adaptado de [34]

En el proceso de control de plagas y enfermedades, Viotá, por un ser un municipio de gran vocación agrícola, pero con bajos índices de implementación de paquetes tecnológicos, presenta un alto índice de consumo de plaguicidas. El uso indiscriminado de plaguicidas y el desconocimiento del tema por parte de los usuarios, se encuentra asociado a la problemática del mal manejo de estas sustancias y sus residuos. Las prácticas más comunes están asociadas al inadecuado manejo en los cultivos y cuerpos de agua, la quema al aire libre y el entierro, lo que genera contaminación de aguas subterráneas [38].

El uso de insecticidas como Ráfaga no es apropiado para cultivos frutales, porque podría generar resistencia a algunas plagas. El control de las plagas es una tarea de la región y no solo de una finca. Es necesario tomar acciones preventivas para el control y erradicación de manera eficiente, sin generar daños al medio ambiente y la salud de los productores. El inadecuado uso de plaguicidas, como la sobredosis y falta de rotación generan mayor impacto ambiental negativo.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda realizar manejo integrado de plagas (MIP) utilizando diversas técnicas de manejo ecológico, con el objetivo de mantener poblaciones de artrópodos,

patógenos, nematodos, malezas y otras plagas en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico, y al mismo tiempo aseguran protección contra daños al hombre y al medio ambiente. El MIP tiene varias estrategias o métodos de control: legal, mecánico, físico, cultural, etológico, biológico y químico, entre otros [39]. El más eficiente es el control biológico, ya que se hace uso de enemigos naturales (introducidos o manipulados) para el control de insectos plaga. El control biológico es ejercido fundamentalmente por tres grupos: parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos. Estos organismos se encuentran en la naturaleza y actúan sobre diferentes estados biológicos de las plagas, evitando el incremento de las poblaciones y, por ende, el daño económico a los cultivos. [40]

Es necesario, además, disponer de manera adecuada los empaques, envases y embalajes de los agroquímicos. Prácticas como la incineración a campo abierto no están autorizadas en la mayoría de los países, ya que está comprobado que se producen emanaciones peligrosas para la salud del hombre y de los animales [41]. La incineración es tóxica, debido a que el plástico quemado a cielo abierto genera sustancias llamadas “dioxinas”, las cuales contaminan el ambiente y destruyen la capa de ozono. Estas sustancias también pueden

ser cancerígenas y dañinas para la salud de las personas y animales [42]. Con el fin de disminuir este impacto ambiental se recomienda a las familias productoras usar productos de menor toxicidad o formulaciones más concentradas. En Colombia se emplean principalmente el reciclado y la recuperación energética con estos residuos inertes, por lo que se requiere de la aplicación generalizada del triple lavado [41]. Según las buenas prácticas agrícolas, los envases primero deben pasar por el triple lavado, seguido de romperlos o perforarlos para no poder volver a usarlos, y por último guardarlos en bolsas cerradas a fin de enviarlos a los centros de recepción de envases [35]. En el proceso de triple lavado se debe escurrir el envase añadiéndole agua hasta un tercio del mismo, cerrar el envase y agitarlo por 30 segundos, verter el agua en la mezcla y aplicar en el cultivo nuevamente; luego repetir el procedimiento tres veces [42]. Esta práctica ayudará a disminuir el impacto ambiental que actualmente generan las fincas de la asociación.

Por último, y no menos importante, se encuentran los aspectos relacionados con la protección del personal que participa en las labores del campo. Este es quizá uno de los temas menos estudiados en Colombia para el sector agrícola. En general, los trabajadores del campo en Colombia no disponen de ropa de trabajo adecuada, ni de vacaciones; no cuentan con manuales de funciones, no tienen pensión, no desarrollan una carrera laboral, no son ascendidos, no se les reconoce el pago de horas extras, trabajan en condiciones de informalidad, sin protección social y sin el derecho a un salario mínimo [43]. Estos trabajadores del agro están sometidos a largas jornadas de intenso trabajo físico, en las que están expuestos a condiciones ambientales adversas y a los peligros propios del trabajo con animales, con diversas herramientas manuales y maquinaria, uso de sustancias peligrosas [44] y trabajo en alturas, entre otros. Estos aspectos deben considerarse en futuras investigaciones, de modo que permitan dignificar al trabajador del campo. En Viotá, básicamente las personas que trabajan en los cultivos son las familias, y en algunos casos se contrata de manera informal jornaleros para apoyar las actividades del manejo de los cultivos. Sin embargo, los productores no han considerado los aspectos de seguridad y salud laboral como una buena práctica importante para el desarrollo de sus actividades. En este sentido, la protección y seguridad de quienes realizan las

actividades en el campo debería considerarse dentro de los aspectos de producción limpia, por ser el productor un activo fundamental en la posibilidad de garantizar la seguridad alimentaria para la población.

## 4. Conclusiones

Se evidenció que los aspectos ambientales de mayor impacto negativo ambiental en la producción de cítricos y mango de la asociación, están relacionados con la mínima gestión del suelo, lo cual causa inadecuadas prácticas de fertilización. Asimismo, el inapropiado control de malezas, plagas y enfermedades conlleva al uso de agroquímicos de alto impacto ambiental, además de la equivocada disposición de los residuos inertes tóxicos.

En la actualidad, Viotá presenta dificultades con la implementación de buenas prácticas agrícolas para un proceso de producción más limpio para cítricos y mango, debido a la ausencia de formación específica de acuerdo con las características de los cultivos, o asistencia técnica para los productores que les permita participar en nuevos mercados con un producto de mayor calidad y un impacto menor en el medio ambiente.

El proceso de fertilización podría mejorar la productividad y calidad en la producción de cítricos y mango si se realizaran análisis de suelo periódicos que proporcionen información necesaria para las recomendaciones y la programación de la aplicación de estos fertilizantes.

El proceso del control de plagas y enfermedades sería más amigable al medio ambiente si se hace un control preventivo a través del manejo integrado de plagas que permitan la disminución y uso de químicos que no solo causan impactos negativos al ambiente, sino también a la salud humana.

## Referencias

- [1] G. J. Devine, E. Dominique, E. Ogasuku y M. J. Furlong, "Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas", *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 25, n.º 1, pp. 74-100, 2008.
- [2] A. Pérez-Vásquez y C. Landeros-Sánchez, «Agricultura y deterioro ambiental», *Elementos*, n.º 73, pp. 19-25, 2009. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num73/pdf/19.pdf>

- [3] DANE, “Importancia de los fertilizantes nitrogenados”, *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*, n.º 3, septiembre 2012. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_septiembre\\_2012.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_septiembre_2012.pdf)
- [4] B. E. Alzate-Atehortúa, *Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental. Bajo un enfoque sistémico de las interrelaciones sociedad-naturaleza*, Instituto de Estudios Ambientales, abril 2008. Disponible en: [http://www.idea.unal.edu.co/publica/serie\\_ideas/ideas11\\_Diagnostico\\_sostenibldd\\_Ambiental\\_%20Alzate-Beatriz.pdf](http://www.idea.unal.edu.co/publica/serie_ideas/ideas11_Diagnostico_sostenibldd_Ambiental_%20Alzate-Beatriz.pdf).
- [5] A. Varela, C. Cortes y C. Cotes, “Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca”, *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 33, n.º 1, pp. 45-53, 2007.
- [6] FAO, *Uso de Plaguicidas*, 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RP>. Último acceso: 22 Octubre 2016.
- [7] DANE, “Producción limpia de hortalizas, una mejor salud y bienestar”, *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*, n.º 20, febrero 2014. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_feb\\_2014.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_feb_2014.pdf)
- [8] D. M. Lasprilla, “Estado Actual de Fruticultura Colombiana y Perspectivas para su Desarrollo”, *Revista Brasileira de Fruticultura*, pp. 199-205, octubre 2011.
- [9] W. R. Olaya-Gonzalez y L. A. Gómez-Rodríguez, “¿Qué tan verde es tu mercado?”, *Signo y Pensamiento*, vol. xxx, n.º 58, pp. 314-324, 16 diciembre 2010.
- [10] C. González-Rodríguez, “Empresas socialmente responsables y mercadoverde internacional”, *Economía Informal*, n.º 366, febrero 2011.
- [11] G. Mohiuddin-Hello y N. Mohammad Al Momani, “Green Marketing And Its Relationship To The Purchase Decision: An Empirical Study On Students From King Abdul Aziz University In Jeddah”, *Arts, Science & Commerce*, vol. 5, n.º 2, pp. 121-130, 2014.
- [12] Research Institute of Organic Agriculture y Research Institute of Organic Agriculture FiBL IFOAM-Organics International, *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2016*. Frick, Switzerland: FiBL, 2016. Disponible en: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2016.html>
- [13] L. M. Echeverry-Cañas, “Inserción del mercadeo verde en prácticas empresariales en Colombia (casos de estudio)”, *Luna Azul*, n.º 31, diciembre 2010.
- [14] B. V. Hoof y C. M. Herrera, “La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia”, 16 octubre 2007. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a13.pdf>.
- [15] B. Thorpe, “Hacia la producción más limpia”, septiembre 2009. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/-2010/2/hacia-la-produccion-limpia.pdf>.
- [16] B. Thorpe, *How the Toxics Use Reduction Act continues to promote clean production*, Elsevier, 2011.
- [17] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, *Agricultura Limpia*, 2016. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/capacitacion/Paginas/PequenosProductores/agricultura-limpia.aspx>.
- [18] FEDEPAL, *Buenas Prácticas Agrícolas: Potencial en diferenciación en países de América Latina*, 2004.
- [19] R. A. Cardona-Pareja, L. M. Flórez, S. M. Silvia-Arroyave y I. C. Ara, “Fortalecimiento del desempeño ambiental empresarial, a través del programa de producción más limpia y consumo sostenible del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”, *Producción + Limpia 4*, vol. 5, n.º 2, pp. 9-23, diciembre 2010.
- [20] Alcaldía de Viotá, *Alcaldía de Viotá-Cundinamarca*, 2016. Disponible en: [http://www.viota-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.viota-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml).
- [21] Wikimedia, “Mapa Colombia-Cundinamarca-Viotá”, 2016. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Viot%C3%A1>
- [22] Gobernación de Cundinamarca, “Mapa veredal de Viotá, Cundinamarca”, Disponible en: [http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/SecretariadeplaneacionDespliegue/asmapas\\_contenidos/csecreplanea\\_mapas\\_mapasdepart](http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/SecretariadeplaneacionDespliegue/asmapas_contenidos/csecreplanea_mapas_mapasdepart)
- [23] A. B. Salamanca-Castro y A. B. Martín-Crespo, “El muestreo en la investigación cualitativa”, *NURE Investigación*, S. 1, mar. 2007. Disponible en: <http://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/340>
- [24] H. Gutiérrez-Pulido, *Calidad Total y Productividad*, McGraw Hill, 2010.
- [25] United Nations Industrial Development Organisation-UNIDO, Red Nacional de Producción Más Limpia de Cuba-RNPML y Instituto para Investigación de la Fruticultura Tropical-IIFT, *Manual de producción más limpia para el sector industrial cítrica*, Cuba: UNIDO 2007. Disponible en: [https://open.unido.org/api/documents/4788647/download/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20MAS%20LIMPIA%20PARA%20EL%20SECTOR%20INDUSTRIAL%20CITRICALA%20\(23468.es\)](https://open.unido.org/api/documents/4788647/download/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20MAS%20LIMPIA%20PARA%20EL%20SECTOR%20INDUSTRIAL%20CITRICALA%20(23468.es))
- [26] Secretaría Distrital de Ambiente, *Intructivo: diligenciamiento de la matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente, 2013. Disponible en: [http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO\\_MATRIZ\\_EIA.pdf](http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO_MATRIZ_EIA.pdf)



- [27] DANE, «Importancia de los fertilizantes», *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*, n.º 3, sept. 2012. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_septiembre\\_2012.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_septiembre_2012.pdf)
- [28] Tarazona, “Triple 15: Abono CE NPKA 15-15-15 Complejo”, 1 diciembre 2010. Disponible en: <http://www.antoniotarazona.com/web/wp-content/uploads/NPK-15-15-15-Nitrico-amoniaco-FDS.pdf>
- [29] Fertiberia, “Fertilizantes NPK ó NP ó NK (basados en nitrato amónico)”, 4 enero 2005. Disponible en: <http://www.traficoadr.com/fichas/2071.pdf>
- [30] Cheemplast Steel, *Fertilizantes*, 2016. Disponible en: <http://www.chemplast-steel.com/es/13-sector-petroquimico/8-fertilizantes.html#FC1>
- [31] A. M. del Puerto-Rodríguez, S. Suárez-Tamayo & D. E. E. Palacio-Estrada, “Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud”, *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 52, n.º 3, 15 abril 2014.
- [32] SAG, “Clorpirifos48”, 8 noviembre 2013. Disponible en: [http://www.sag.cl/sites/default/files/clorpirifos\\_48\\_ec\\_08-11-2013.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/clorpirifos_48_ec_08-11-2013.pdf)
- [33] SAG, “Lorsban 4E”, marzo 2012. Disponible en: <http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/Lorsban%204E%2005-04-2012.pdf>
- [34] Agrosiembra, “Regent 20 sc”, 2016. Disponible en: [http://www.agrosiembra.com/nc=REGENT\\_20\\_SC-217](http://www.agrosiembra.com/nc=REGENT_20_SC-217)
- [35] Secretaría Distrital del Ambiente, “Instructivo: Diligenciamiento de la Matriz de Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales”, junio 2013.
- [36] FAO, *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola*, 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>
- [37] FAO y MAG, *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*, 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- [38] V. González y F. Pomares, *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas Agroecológicos*, Catarroja: Sociedad Española de Agricultura Ecológica-SEAE, 2008. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
- [39] Ministerio de Ambiente, “Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos”, diciembre 2005. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialUrbana/pdf/sustancias\\_qu-C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/Politica\\_Residuos\\_peligrosos.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialUrbana/pdf/sustancias_qu-C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Politica_Residuos_peligrosos.pdf)
- [40] ICA, *Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en el cultivo de Caucho*. Bogotá: ICA, 2012. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/47f3dbff-348d-4f63-968b-4cd196db8e4f/nbsp%3BManejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-en.aspx>
- [41] L. F. Martínez, P. L. Bello y O. F. Castellanos, *Sostenibilidad y desarrollo. Valor agregado de la agricultura orgánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7113/1/9789587612431.2012-Version2.pdf>
- [42] Repamar, “Manejo Ambiental de Envases Residuales”, abril 2002. Disponible en: [http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/pdf/EnvaAgro\\_CEPIS-OPS.pdf](http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/pdf/EnvaAgro_CEPIS-OPS.pdf)
- [43] Federación de cafeteros, *Triple Lavado*, 2016. Disponible en: [https://www.federaciondecafeteros.org/caficultores/es/programas\\_para/1168\\_plan\\_de\\_emergencia\\_para\\_la\\_recuperacion\\_de\\_la\\_produccion\\_de\\_cafetales\\_afectados\\_por\\_el\\_invie/11682\\_triple\\_lavado/](https://www.federaciondecafeteros.org/caficultores/es/programas_para/1168_plan_de_emergencia_para_la_recuperacion_de_la_produccion_de_cafetales_afectados_por_el_invie/11682_triple_lavado/)
- [44] H. Vásquez, *El estado colombiano y los derechos de los asalariados y jornaleros del campo*, Corporación Colectiva de Abogados “José Alvear Restrepo”, Medellín, 2013.
- [45] J. C. Aristizábal, *Riesgos laborales y el agro colombiano*, Fascolda, Bogotá, 2014.
- [46] Senado de los Estados, “Pollution Prevention Act of 1990”, 31 diciembre 2002. Disponible en: <http://www.epw.senate.gov/PPA90.pdf?> [Último acceso: 20 Octubre 2016].
- [47] Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, “Política Nacional de Producción más limpia”, septiembre 2010. Disponible en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/385.pdf>
- [48] Ministerio del Medio Ambiente, “Política Nacional de producción más limpia”, agosto 1997. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/Bosques-BiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/polit\\_produccion\\_mas\\_limpia.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/Bosques-BiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/polit_produccion_mas_limpia.pdf)
- [49] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, *Política Nacional de Producción y Consumo*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialUrbana/pdf/Programa\\_y\\_consumo\\_sostenible/polit\\_nal\\_produccion\\_consumo\\_sostenible.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialUrbana/pdf/Programa_y_consumo_sostenible/polit_nal_produccion_consumo_sostenible.pdf)
- [50] I. D. Ospina, “Ficha técnica Urea”, Medellín: Distribuidora de Químicos Industriales, 2010. Disponible en: <http://dqisa.com/wp-content/uploads/2015/11/UREA.pdf>
- [51] S. M. Silva-Arroyave y F. J. Correa-Restrepo, “Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica”, *Semestre Económico*, vol. 12, n.º 23, pp. 13-34, 15 mayo 2009.
- [52] Bayer Cropscienc, “Regent 20 SC”, 26 noviembre 2015. Disponible en: <http://www.bayercropscience.com/Productos/Insecticidas/Regent.aspx>

- [53] J. A. Ramírez-Espitá y M. Lacasaña, “Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición”, *Archivos de Prevención Riesgos Laborales*, vol. 4, n.º 2, pp. 67-75, 11 octubre 2001.
- [54] A. Pitty (Ed.), *Manual Fertilizantes y Enmiendas*, El Zamorano, Honduras: Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2009. Disponible en: [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_6\\_Manual\\_Fertilizantes\\_y\\_Enmiendas.pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf)
- [55] J. Boixadera y A. Córtes, “Nitratos, agua y agricultura, un problema moderno de utilización del suelo”, *Horticultura*, pp. 44-46, 13 marzo 2014.
- [56] F. D. J. Martínez-Gaspar, D. L. Ojeda-Barrios, O. A. Hernández-Rodríguez, J. J. Martínez-Téllez & D. de la O-Quezada, “El exceso de nitratos: Un problema actual en la agricultura”, *Aventuras del pensamiento*, pp. 11-16, 18 agosto 2011.
- [57] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides*. Rome: FAO, 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4544e/y4544e00.htm>
- [58] C. García-Gutiérrez y G. Rodríguez-Meza, “Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa”, *Ra Ximhai*, vol. 8, n.º 3b, pp. 1-10, diciembre 2012.
- [59] Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, *Política Nacional de Producción Limpia y Consumo Sustentable*. Disponible en: [http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/uplcs/politica\\_produccion\\_limpia.pdf](http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/uplcs/politica_produccion_limpia.pdf).